



Fraunhofer

IZM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ZUVERLÄSSIGKEIT UND MIKROINTEGRATION IZM

ABTEILUNG SYSTEM DESIGN & INTEGRATION





ABTEILUNG SYSTEM DESIGN & INTEGRATION

Das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM ist eines von 60 Fraunhofer-Instituten, die sich überwiegend natur- und ingenieurwissenschaftlichen Themen der angewandten Forschung verschrieben haben. Als langjähriger Partner von Industrie und öffentlicher Hand bearbeitet das Fraunhofer IZM Projekte zu modernen Packaging-Technologien und Smart System Integration. Ziel dabei ist es, den Anforderungen nach höherer Zuverlässigkeit, Multifunktionalität und Reduzierung der Herstellungskosten gerecht zu werden. Dies beginnt am Fraunhofer IZM beim effizienten Entwurf mittels neuartiger Methoden, die eine frühzeitige Berücksichtigung der Applikationsanforderungen ermöglichen.

Eine enge Kooperation besteht mit dem Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik der TU Berlin. An vier Standorten in Berlin, Dresden und Oberpfaffenhofen forschen rund 180 Mitarbeiter und 140 Studenten, Praktikanten und Diplomanden.

Technologische Schwerpunkte dabei sind

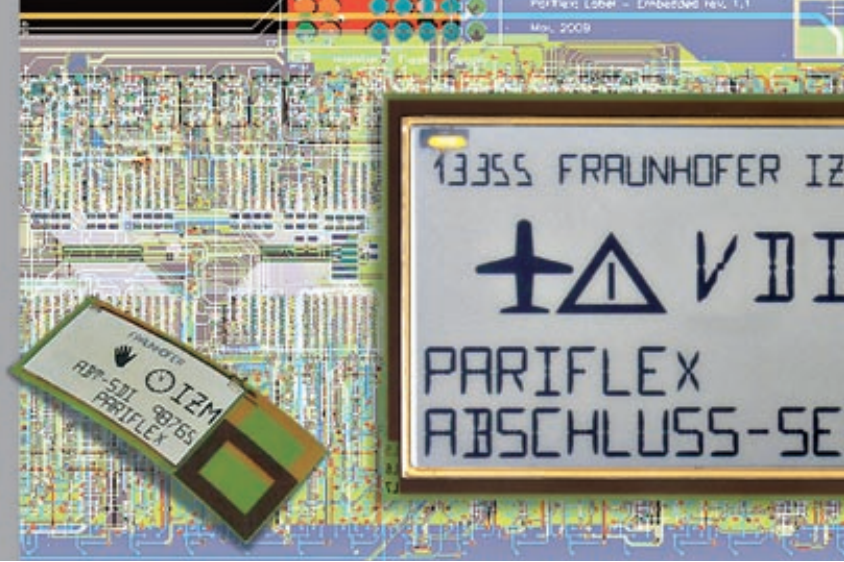
- Integration auf Wafer Ebene
- Integration auf Substratebene
- Materialien, Zuverlässigkeit und nachhaltige Entwicklung
- Entwurfsmethodik und Systemdesign

Wie ist zukünftig der effiziente Entwurf elektronischer Systeme zu gestalten, wenn diese Systeme mit neuen Technologien der Aufbau- und Verbindungstechnik realisiert werden sollen?

In der Abteilung System Design & Integration werden neue Methoden und Werkzeuge für den zielgerichteten technologieorientierten Entwurf elektronischer Systeme entwickelt. Dies erfolgt auf Basis entwicklungsbegleitender Simulationen der unterschiedlichen Phänomene elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer, aber auch thermischer und mechanischer Kopplungen. Bereits in der Konzeptphase lassen sich so unterschiedliche Technologien unter Berücksichtigung der spezifischen Funktionalität und Belastungsfähigkeit der jeweiligen Systeme vergleichen. Zum Angebot gehören daher Funktions-, Volumen-, Zuverlässigkeits- und Kostenanalysen, die bereits in einer sehr frühen Phase des Entwurfs durchgeführt werden können.

Mithilfe dieser neuen Methoden und Werkzeuge werden in der Abteilung Technologiedemonstratoren und Prototypen sowohl für elektronische Baugruppen als auch für eingebettete Systeme realisiert. Die wichtigsten Anwendungsbereiche sind dabei

- Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik
- HF und High-Speed Systementwurf
- Leistungselektronische Systeme



MINIATURISIERTE AUTARKE SYSTEME

ANWENDUNGSFELDER

Autarke Mikrosysteme sind für viele Branchen eine wichtige Querschnittstechnologie, die als Enabler für neue Produkte und Dienstleistungen wirkt.

Condition Monitoring im Maschinenbau

Autarke Sensorsysteme unterstützen in komplexen Maschinen und Anlagen die Zustandsüberwachung im laufenden Betrieb. Sie ermöglichen z. B. mittels Restlebensdauervorhersage eine zustandsorientierte Instandhaltung. Hierfür entwickeln wir Systeme, die auch in unzugänglichen Bereichen der Anlagen unter rauen Industrieverhältnissen einsetzbar sind.

Energiewirtschaft

Anlagen der Energiewirtschaft sind dezentral aufgebaut, werden für lange Standzeiten ausgelegt, und müssen gleichzeitig eine hohe Zuverlässigkeit trotz schwankender Einspeisesituationen durch regenerative Energiequellen sicherstellen. Daraus entsteht ein Bedarf an autonomen verteilten Sensorsystemen, die zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort des Gesamtsystems in der Lage sind, wichtige Zustandsgrößen aufzunehmen. Wir entwickeln für diesen Anwendungsbereich z. B. hochspannungstaugliche Sensorsysteme, die Temperatur, Durchhang, Leitungsstrom sowie mechanische Schwingungen aufgrund des Windes an einem Leiterseil überwachen können.

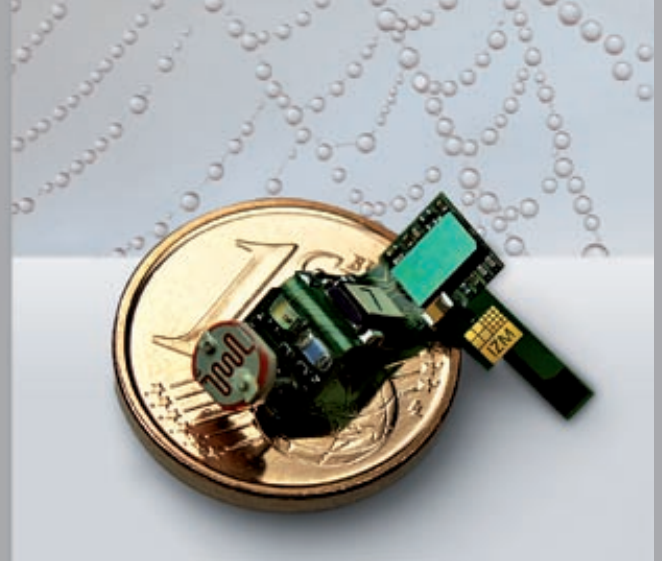
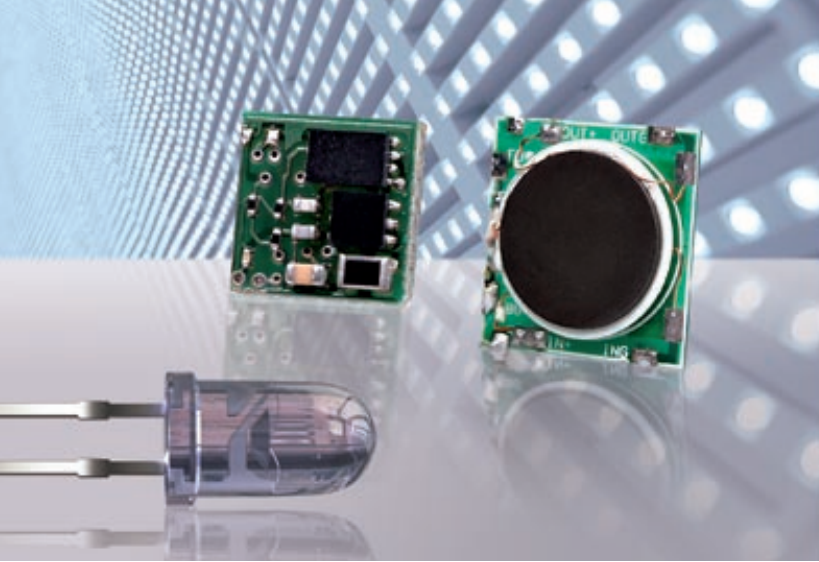
Logistik

Informationen zu Handhabung, Aufenthaltsort, Umgebungsbedingungen einer Sendung ermöglichen zusätzliche Angebote oder verbessern bestehende. Daher war dieser Bereich einer der ersten, in denen autarke Datenlogger und Anzeigesysteme Einzug hielten. Wir haben hierfür diverse semi-aktive und aktive Sensor-Tags und -Module teilweise mit Ortungsfunktionalität und innovativen Anzeigesystemen realisiert.

ENTWURF UND REALISIERUNG

Autarke Sensorsysteme erfahren derzeit in vielen Anwendungsbereichen die Überführung aus einer Nischenidee zum für den Innovationsgrad neuer Produkte bestimmenden Element. Das spezielle Kennzeichen der Entwicklungen am Fraunhofer IZM ist die zielgerichtete Anpassung aller Teilkomponenten derartiger Systeme an die jeweiligen Anforderungen der Anwendung:

- Die exakte Anpassung von Rechenleistung und Energieverbrauch des Prozessors als das Herzstück eines autarken Sensorsystems ist von zentraler Bedeutung, deshalb unterstützen wir hier eine große Bandbreite vom einfachsten Prozessor bis zu Systemen mit Co-Processing
- Die Auswahl eines erforderlichen Speichers wird stark vom Grad der Vernetzung bestimmt – Langzeitdatenlogger oder digitale Messwertaufbereitung und -weiterleitung in Echtzeit
- Die Auswahl der Sensorelemente orientiert sich unter der Nutzung hochauflösender Komponenten an besonders energiesparenden Messprinzipien
- Ein aktueller Entwicklungsschwerpunkt ist die Integration optischer Sensoren zur Farberkennung und für spektrale Analytik
- Der Fokus beim Entwurf effizienter Kommunikation und Ortung liegt auf der richtigen Nutzung angepasster Sende- und Empfangsfrequenzen
- Auf der Basis von Storyboards zu den Einsatzbedingungen des Systems treiben wir die Entwicklung autarker Sensorsysteme bis zum Gehäusedesign, das in der Regel integrierte Sensorelemente enthält. Neben den Schutzfunktionen der Gehäuse werden bei Bedarf auch Anzeige- und Bedienelemente unter Beachtung der Montagefreundlichkeit direkt integriert.



ENERGIEVERSORGUNG VON MIKROSYSTEMEN

ENERGIEAUTARKIE

Mit der zunehmenden Miniaturisierung verteilter elektronischer Systeme wachsen auch die Herausforderungen an eine adäquate Energieversorgung.

Parametrisierte Modelle

Am Fraunhofer IZM wird die gesamte Energiewandlungskette – von der Quelle, die z. B. aus einer Primärzelle oder aber auch einem Energy Harvester bestehen kann, über eine geeignete Aufbereitung und Zwischenspeicherung, bis hin zu variablen Lasten – modelliert und parametrisiert. So ist es möglich, bereits beim Entwurf die Einflüsse der einzelnen Komponenten auf das Verhalten des Gesamtsystems zu beurteilen und damit auch hinsichtlich bestimmter Kriterien zu optimieren.

Energiemanagement

Ein Schwerpunkt unserer Arbeit liegt im Bereich des Energiemanagements und damit der adaptiven Anpassung von dynamischen Lasten. Hierzu zählen bei drahtlos kommunizierenden energieautarken Systemen insbesondere die Kommunikationsschnittstelle sowie Komponenten zur Zustandsvisualisierung, die hinsichtlich ihres Energiebedarfs durch eine hohe Bandbreite an Lastprofilen gekennzeichnet sind.

Drahtlose Energieübertragung

Des Weiteren arbeiten wir an neuen Konzepten zur kontaktlosen Wiederaufladung von Energiespeichern miniaturisierter Systeme, um neue Einsatzszenarien für derartige Systeme erschließen zu können.

PIEZOELEKTRISCHE WANDLER

Piezelektrischen Wandlern werden vielfältige Einsatzmöglichkeiten bei Stromversorgungen, in der Aktorik und als Energieerzeuger vorausgesagt. Sie werden zunehmend die Technologietreiber sein, wenn es darum geht, Netzversorgungen von LED, Notebooks und Displays zu miniaturisieren und effizienter auszulegen.

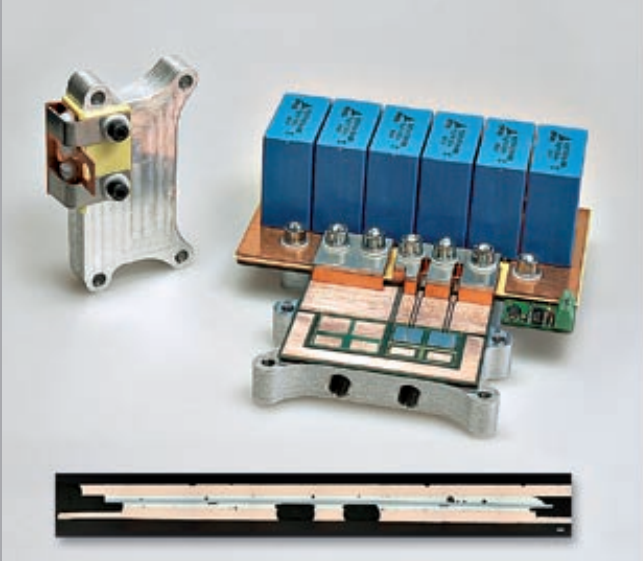
Stromversorgungen

Das Fraunhofer IZM ist weltweit führend bei Entwurf und Optimierung von Piezo-Stromversorgungssystemen. Hervorzuheben sind dabei die Erfahrungen im Entwurf von extrem flachen Hochspannungsgeneratoren zur Ansteuerung modernster Aktoren, wie elektro-rheologische, Piezoaktoren und Elastomeraktoren. Unser Patentportfolio, das wir in den vergangenen Jahren für dieses Gebiet aufgebaut haben, sichert unseren Projektpartnern den Markteintritt.

Anwendungsspezifischer IC-Entwurf

Weiterhin besteht umfassende Expertise beim Entwurf integrierter Schaltkreise für Piezo- und Resonanzwandler, sowie für extrem verlustarme Energiegewinnungsmodule, autarke Systeme, ebenso wie für Sensorik und RF-Design.

Jahrelange Erfahrungen bei der Optimierung von Systemen (evolutionäre Methoden, heuristische energiebasierte Verfahren) ermöglichen es uns, Leistungen beim Entwurf und der Optimierung kundenorientierter Systeme über Herstellung von Prototypen bis zur Charakterisierung und messtechnischen Auswertung sowie der Markteinführung bei kurzer Entwicklungszeit anzubieten.



LEISTUNGSELEKTRONISCHE SYSTEME

ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT

Die Sicherstellung der elektromagnetischen Verträglichkeit und der Störfestigkeit gewinnt bei der Integration leistungselektronischer Systeme immer mehr an Bedeutung.

Besonders bei den Hybrid- und Elektrofahrzeugen hat sich herausgestellt, dass neue Methoden gefunden werden müssen, um diese Herausforderungen zu meistern. Aber auch im Bereich der regenerativen Energien wird nach Methoden geforscht, die Einhaltung von EMV-Normen bereits im Entwurfsstadium zu gewährleisten.

Zielgerichteter Filterentwurf

Wir haben uns auf diese Themenstellung spezialisiert und bieten Beratung und Forschungsdienstleistungen für alle Phasen der Produktentwicklung an. Grundlagenuntersuchungen zu Störphänomenen in spezifischen Applikationen, Forschung zu EMV-Phänomenen und Filtertopologien, Simulation von Störungen und Kostenoptimierung auf Systemebene, die Entwicklung von EMV-Konzepten, Filtern und Schirmung sowie Trouble Shooting nach Auslieferung eines Produkts können wir für Sie übernehmen.

Modelbasierte Systemanalysen

Zum Einsatz kommen hierbei sowohl Simulationsverfahren, die von uns für typische Fragestellungen entwickelt wurden, als auch eine umfangreiche Messtechnik inklusive Absorberkammer. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Netzwerk- und Impedanzanalyse. Für die Simulation kommen Schaltungssimulatoren und 3D-Feldberechnungsprogramme zum Einsatz.

TECHNOLOGIE- UND SYSTEMENTWURF

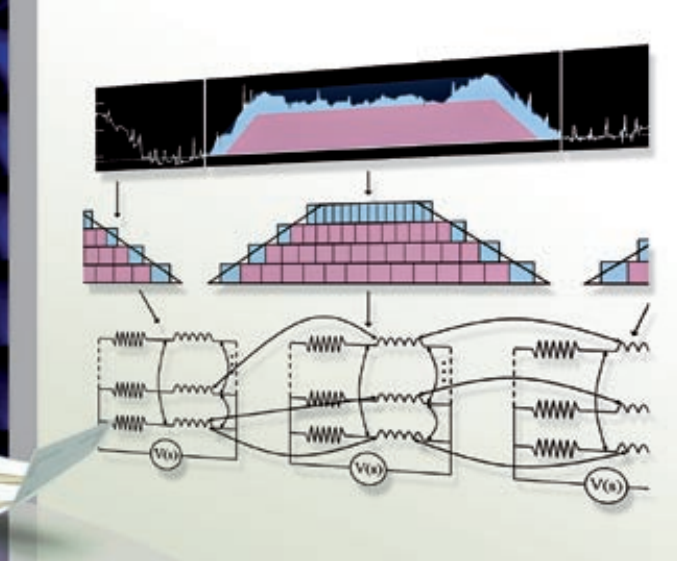
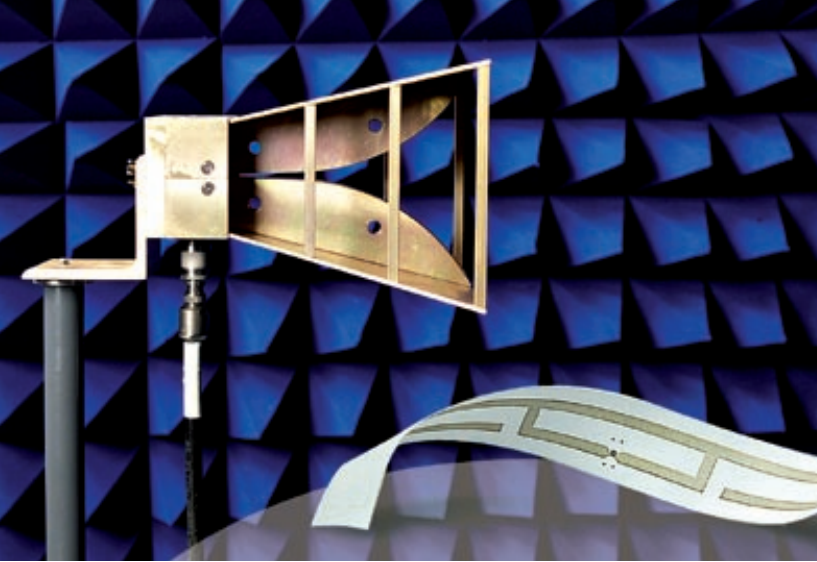
Leistungselektronik erobert sich immer neue Einsatzgebiete mit immer wieder anderen Randbedingungen. So stellen z. B. die Implantationsmedizin, der Automobilbereich, die Avionik oder auch Windkraftanlagen im Megawatt-Bereich jeweils vollkommen unterschiedliche Anforderungen an das zu integrierende System. Es werden hohe Schaltströme, Spannungen und Frequenzen gefordert, die gewünschten Betriebs- und Kühlmitteltemperaturen steigen. Mechanische Stabilität, eine lange Lebensdauer, hohe Zuverlässigkeit, strenge Richtlinien zur EMV und kleine verfügbare Bauräume – auch für die Integration von Sensorik, Schutz- und Steuerelektronik – sind weitere Herausforderungen.

Systeme für raue Umgebungen

Für die Entwicklung und Umsetzung leistungselektronischer Systeme unterstützen wir Kunden mit unserer Kompetenz und Erfahrung. Das beginnt bei der Schaltungstechnik und führt bis zum fertigen Prototypen, wir übernehmen den Entwurf der Ansteuerung der leistungselektronischen Baugruppen und testen und charakterisieren die Prototypen in unserem hervorragend ausgestatteten Labor. Dabei kommen in allen Phasen des Entwurfs Simulationswerkzeuge wie Matlab, Simplorer, Solid Works, FEM- und PEEC-Tools zum Einsatz.

Neuartige Aufbaukonzepte

Aktuelle Forschungsprojekte sind u.a. ein Umrichter für einen Hubschrauber, ein doppelseitig gekühltes Modul für die Automobilindustrie und die Ansteuerung für eine implantierbare Medikamentenpumpe auf Basis eines Piezoaktors.



HF- & HIGH SPEED-SYSTEME – ENTWURF UND INTEGRATION

Um der steigenden Nachfrage nach miniaturisierten elektronischen Produkten nachzukommen, wird die Integrationsdichte auf allen Ebenen, auf dem Chip, im Package und auf dem Substrat, kontinuierlich erhöht. Zudem verfügen immer mehr Produkte über unterschiedliche Schnittstellen zur drahtlosen Kommunikation. Diese hohe Integrationsdichte bei gleichzeitiger Verwendung von Arbeitsfrequenzen über 1 GHz verursacht in zunehmendem Maße Probleme auf dem Gebiet der elektromagnetischen Zuverlässigkeit, die unzureichende Signal- bzw. Powerintegrität und elektromagnetische Störungen zur Folge haben können.

M3 – Methoden, Modelle, Maßnahmen

Unsere Forschungsaktivitäten konzentrieren sich auf die Anwendung der elektromagnetischen Feld- und Netzwerktheorie zur Entwicklung effizienter und akkurater elektrischer Modellierungs-, Simulations- & Messmethoden. Diese Methoden erlauben die Extraktion zuverlässiger Modelle, die zur Analyse und Charakterisierung von elektronischen Chip-Packages (z. B. SiP, SoP, CSP, WLP), Leiterplatten und Antennen dienen. Unsere Methoden und Modelle sind bis in den Bereich von über 100 GHz gültig und durch entsprechende Messungen (bis 110 GHz) validiert. Schließlich werden aus diesen Modellen Entwurfsmaßnahmen bzw. -regeln abgeleitet und angewendet, um kostengünstige HF- & High Speed-Komponenten, Module und Systeme zu entwickeln. Darüber hinaus erlaubt die Vorgehensweise die Optimierung hinsichtlich Funktionalität und elektromagnetischer Zuverlässigkeit. Dieses umfassende und systematische Vorgehen beim Entwurf nennen wir M3-Ansatz, denn hier werden Methoden, Modelle, Maßnahmen entwickelt und aufeinander abgestimmt.

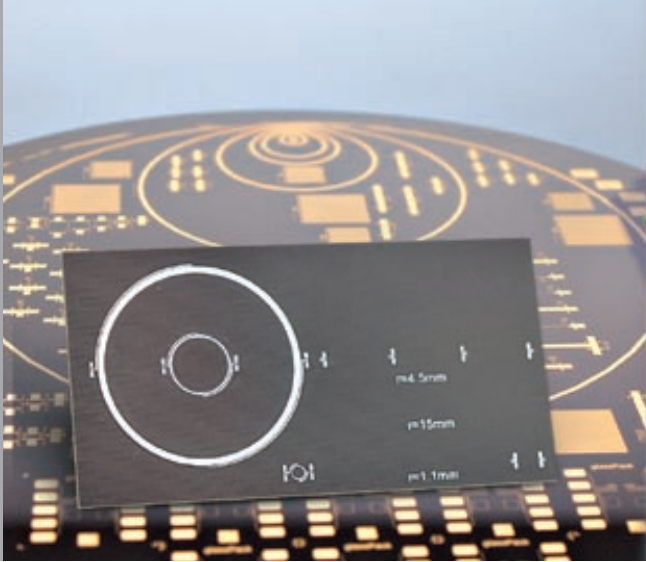
Wir haben den M3-Ansatz eingesetzt, um Komponenten wie Flip-Chip- und Drahtbond-Verbindungen, Leitungen, Spannungsversorgungslagen, integrierte Wellenleiter sowie Durchkontaktierungen in Silizium (sog. Through Silicon Vias, TSVs) und isolierenden Substraten (z. B. FR4, Keramik, Glas) von Chip-Packages und Leiterplatten systematisch zu entwerfen.

Hochintegration von Mikroantennen

In vielen Anwendungen kommt der robusten Kommunikation über drahtlose Schnittstellen eine sehr große Bedeutung zu. Die zuverlässige Integration der Antenne ist ein entscheidender Aspekt im Entwicklungsprozess derartiger Systeme. Auch hier wurde der M3-Ansatz eingesetzt, um einen zuverlässigen Entwurf und die Integration planarer, konformer und dreidimensionaler Antennen für RFID, GPS, WLAN / WPAN, Radar und Mobilfunkanwendungen von 100 kHz bis 100 GHz zu ermöglichen.

Modellbasierter Systementwurf

Als Dienstleistung bieten wir für die Entwicklung eines Produktes elektrische Modellierung, Simulation, Entwurf und Messungen, sowohl in der Pre-, als auch in der Post-Layout-Phase an. In der Pre-Layout Phase wenden wir den M3-Ansatz an. Im Post-Layout-Stadium benutzen wir State-of-the-Art Simulationswerkzeuge bzw. unser umfangreich ausgestattetes Labor, um eine gründliche elektrische Analyse, Charakterisierung und Optimierung durchzuführen.



MATERIAL-CHARAKTERISIERUNG

Die elektrische Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit vieler Komponenten, die für HF-, High-Speed- und Sensorsysteme verwendet werden, hängen von dem jeweiligen Dielektrikum bzw. Trägersubstrat und dem Gehäuse bzw. der Verkapselung ab. Deren dielektrische Eigenschaften sind abhängig von der Frequenz und den Umgebungsbedingungen wie Temperatur und Feuchte. Daher ist es entscheidend, die Materialien für den angedachten Frequenzbereich eingehend und unter Zugrundelegung realistischer Umgebungsbedingungen zu charakterisieren.

HF-Eigenschaften in Abhängigkeit von Feuchte und Temperatur

Das Ziel unserer Forschung besteht darin, aus einer Kombination von Messmethoden, analytischen und numerischen Modellen die relative Dielektrizitätskonstante und den dielektrischen Verlustfaktor in Abhängigkeit von Frequenz, Temperatur und Feuchtegehalt für eine Vielzahl von dielektrischen Materialien zu extrahieren. Hierfür werden spezielle Teststrukturen entwickelt.

Als Dienstleistung bieten wir unter anderem die Bestimmung der elektrischen Parameter von dielektrischen Materialien mittels Teststrukturen und Split-Zylinder-Messungen sowie Durchbruchspannungsmessungen an. Wir haben unsere Methoden bereits eingesetzt, um organische Substrate, Glas und Silizium für Anwendungen bis in den mm-Wellenbereich zu charakterisieren.

METHODIK DES SYSTEMENTWURFS

Komplexere Mikrosysteme bestehen aus einer Vielzahl an Materialien, die mit unterschiedlichen Techniken zusammengefügt werden. Ausgehend von den wichtigsten Integrationstechnologien und deren Freiheitsgraden entwickeln wir Modelle, um Problemstellungen der elektromagnetischen Zuverlässigkeit, der Systemminiaturisierung und der Kostenoptimierung effektiv zu lösen. Das Ergebnis sind entsprechende Entwurfsvorschriften, Komponentenanordnungen und Optimierungsmaßnahmen. Anstatt der sonst üblichen isolierten Betrachtung von Einzelkomponenten in einer starren Entwurfsreihenfolge wird hier ein flexibler, modellbasierter Entwurfsansatz bevorzugt.

Steigerung der Entwurfs-effizienz

Die einzelnen Entwurfsschritte ergeben sich dabei während des Entwicklungsprozesses durch Gewichtung der einzelnen Entwurfsentscheidungen in Bezug auf die Zielgrößen, z. B. das Systemvolumen oder die Störfestigkeit. Dadurch wird eine erhebliche Steigerung der Entwurfs-effizienz möglich. Spezifische Entwurfswerkzeuge werden dabei für verschiedene Systemklassen entwickelt und validiert.

Werkzeuge für den Systementwurf

Die erarbeiteten Entwurfswerkzeuge werden nach einer ausführlichen Validierung anhand konkreter Entwurfsaufgaben zu universell einsetzbaren Tools weiterentwickelt. Diese Tools können dann bei unseren Projektpartnern im Entwurfsprozess integriert und verwendet werden. Die Leistungsfähigkeit der erarbeiteten Design-Methoden konnte bereits in Zusammenarbeit mit Forschungspartnern und Industriekunden demonstriert werden. So wurden zum Beispiel besonders kostengünstige Reifendrucksensoren aber auch die weltweit kleinsten Sensorknoten für Adhoc-Funknetzwerke realisiert.

SERVICE & KONTAKT



LABORAUSSTATTUNG

ADVANCED SYSTEM ENGINEERING LAB

In unserem neu gestalteten, hervorragend ausgestatteten Advanced System Engineering Labor bieten wir unseren Kunden vielfältige Angebote rund um den zielgerichteten effizienten Entwurf und das schnelle Prototyping technologisch anspruchsvoller elektrischer Systeme.

Die umfangreiche Messtechnik einschließlich hochqualifizierten Personals steht unseren Kunden für kleinere Messaufgaben ebenso wie für langjährige Forschungsprojekte zur Verfügung.

Hervorzuheben sind dabei:

- HF-Charakterisierung bis 110 GHz von Technologien und Komponenten der Mikroelektronik
- Leistungselektronik:
Systementwicklung und -erprobung, EMV
- Antennenmessung und -charakterisierung
- Leistungsumwandlung für Energiespeicherung und piezoelektrische Komponenten
- Rapid Prototyping:
PCBs, 3D-Abformung, mechatronische Tests

ELECTRONICS CONDITION MONITORING LAB

- Zustandserfassung und Online-Ausfallbestimmung elektronischer Systeme
- Kombinierte Lebensdauertests:
Vibration, Temperatur, Feuchte

DIENSTLEISTUNGEN

Unser Angebot erstreckt sich über den gesamten Pfad des Entwurfs elektronischer Systeme – von der Machbarkeitsstudie bis zum Prototyp.

- Unterstützung in allen Phasen der Produktentwicklung
- Entwicklung und Realisierung von Demonstratoren und Prototypen
- Begleitende Entwurfsunterstützung (Pre- und Postlayout)
- Durchführen der messtechnischen Systemverifikationen
- Ableiten von parametrisierbaren Modellen zur effizienten Systemsimulation
- Technische und organisatorische Begleitung bei der Überführung in die Serienfertigung

KONTAKT

Fraunhofer IZM

Leitung: **Prof. Dr. Klaus-Dieter Lang**

Gustav-Meyer-Allee 25

13355 Berlin

Fon: +49 30 46403 153

Fax: +49 30 46403 123

E-Mail: info@izm.fraunhofer.de

URL: <http://www.izm.fraunhofer.de>

Ihr Ansprechpartner für Systemdesign & Integration

Dr.-Ing. Stephan Guttowski

Fon: +49 30 46403 632

E-Mail: stephan.guttowski@izm.fraunhofer.de

RUFEN SIE UNS AN. WIR UNTERSTÜTZEN SIE GERN!

Konzept & Redaktion: Fraunhofer IZM PR, Berlin + M.Creutzfeldt/MCC Berlin · Design: J. Metzger/Atelier f:50 Berlin, Birgit Metzger · Fotografie: Fraunhofer IZM, außer: diego_cervo/istockphoto.com (S.3 li/re), luismmolina, jacus, Sergey Lavrentev/istockphoto.com (S.4 li/re), Fotofragola78/Fotolia.com (S.5 li/re) und sweetym / istockphoto.com (S.7 li/re).

SDI 11/03 - 3d